

P5970a

**APPLICATION**

**FOR**

**UNITED STATES LETTERS PATENT**

Be it known that we, Kazuyoshi Takeda and Yukinobu Momozono, both citizens of Japan, of 3-5 Owa 3-chome, Suwa-shi, Nagano-ken, 392 Japan, c/o Seiko Epson Corporation, have invented new and useful improvements in:

**AUTOMATED EVALUATION SYSTEM AND PROGRAM**

of which the following is the specification.

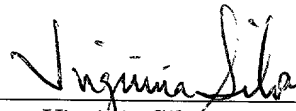
Patent Application Cover Sheet

**CERTIFICATION UNDER 37 C.F.R. 1.10**

"Express Mail" Mailing Label Number: EL700475822US

Date of Deposit: April 19, 2001

I hereby certify that this patent application is being deposited with the United States Postal Service on this date in an envelope as "Express Mail Post Office to Addressee" service under 37 C.F.R. 1.10 on the date indicated above and is addressed to the Assistant Commissioner for Patents, Washington, DC 20231.

  
Virginia Silva

## 明細書

## 自動評価システム及びプログラム

技術分野

本発明は、キー入力等の入力イベントとこの入力イベントに対する出力画面等の参照出力結果により、マイクロコンピュータ（以下、マイコンと記載する）等のターゲットシステム上で動作するアプリケーションプログラムを自動評価する自動評価システムに関する。

背景技術

近年、マイコンは、家電製品等の様々な装置に組み込まれ、広く利用されている。マイコンは、組み込み先の装置の仕様や周辺装置等に対応して動作するために、アプリケーションプログラムが内蔵ROM [Read Only Memory] に書き込まれている。また、液晶表示装置（以下、LCD [Liquid Crystal Display] と記載する）も、家電製品等の様々な装置に組み込まれている。そのため、マイコンは、ユーザによるキー入力等の入力イベントが入力されると、アプリケーションプログラムによってこの入力イベントに対する出力画面をLCDに出力させる。そこで、マイコンのアプリケーションプログラムによる動作を確認する場合、マイコンの組み込み先の装置の仕様に対応した多数の入力イベントに対する出力結果を確認しておかなければならない。

そのため、マイコンの開発では、ハードウェアの開発とともに、アプリケーションプログラムの開発も重要となる。アプリケーションプログラムの開発には、インサーキットエミュレータ（以下、ICE [InCircuit Emulator]）等が利用されている。ICEは、ターゲットボード上でアプリケーションプログラムによる動作をエミュレーションすることができる。前記したように、アプリケーションプログラムの動作確認は、確認しなければならない入力イベントが多数ある。そのため、ICEを利用して直接作業者が入力イベントを入力する場合、入力に長時間要するとともに、作業者が入力ミスする可能性もある。また、入力イベントとエミュレーション結果を画面出力等で作業者が確認する場合、長時間を要するとともに、作業者が確認ミスする可能性がある。さらに、こ

図 4 に従来のマイコンのアプリケーションプログラムの自動評価を行うための構成図を示す。自動評価システム 50 は、パーソナルコンピュータ（以下、パソコンと記載する）PC 上で構成され、パソコン PC のディスク装置 DU とのアクセスが可能である。さらに、自動評価システム 50 は、ターゲットボード TB に入力イベントを入力するために、エミュレーション用拡張ボード 50 a を備える。一方、ICE 51 は、パソコン PC に RS 232 等を介して接続するとともに、ターゲットボード TB に接続する。また、パソコン PC 上にはデバッガ 52 が構成され、ICE 51 でアプリケーションプログラム AP をエミュレーションしながら、デバッガ 52 でデバッグを行うことができる。アプリケーションプログラム AP の自動評価を行う場合、まず、作業者は、複数の入力イベントが格納された入力イベントファイル IF とこの入力イベントに対する参照出力結果が格納されたリファレンス出力ファイル OF を用意する。そして、自動評価システム 50 が起動されると、自動評価システム 50 は、ディスク装置 DU から入力イベントファイル IF に格納された入力イベントおよびリファレンス出力ファイル OF に格納された参照出力結果を読み出す。そして、自動評価システム 50 は、エミュレーション用拡張ボード 50 a を介してこの入力イベントをターゲットボード TB に入力する。すると、ICE 51 がこの入力イベントに対するアプリケーションプログラム AP による動作をエミュレーションし、出力結果を自動評価システム 50 に出力する。そして、自動評価システム 50 は、この出力結果と参照出力結果を比較してこの出力結果が正しいか否かを判定し、判定結果を結果ログファイル等に出力する。さらに、自動評価システム 50 は、複数の入力イベントに対して、この入力、比較および判定を繰り返し自動的に実行し、アプリケーションプログラム AP を自動的に評価する。

しかしながら、自動評価システム50とICE51での自動評価では、自動評価システム50とターゲットボードTB間でデータのやりとりをしなければならぬので、自動評価用の機能を組み込む必要がある。つまり、自動評価システム50は、入力イベントをエミュレーション用のデータに変換するために、エミュレーション用拡張ボード50aが必要となる。さらに、ターゲットボードTBには、入力イベントを受信するために拡張ボード用インターフェースTBaが組み込まれ、出力結果をパソコンPCに出力するためにパソコン用インターフェースTBbが組み込まれる。また、アプリケーションプログラムAPにも、自動評価システム50からの入力イベントの解析や出力結果をパソコンPCに出力するためにVRAM[Visual Random Access Memory]にデータ送信等を行うための自動評価システム用インターフェースプログラムIPが組み込まれる。そのため、この自動評価で評価するアプリケーションプログラムAPは、実際にマイコンに組み込まれるアプリケーションプログラムと異なり、実際のマイコンで行なわれる処理より自動評価システム用インターフェースプログラムIP分負荷が重くなる。このように自動評価用の機能を追加することによって、自動評価における不安定要因が増大するとともに、評価対象であるアプリケーションプログラムAP自体の品質が低下する。

そこで、本発明の課題は、アプリケーションプログラムの品質を保持するとともに、自動評価における安定性を確保する自動評価システムを提供することである。

#### 発明の開示

前記課題を解決した本発明に係る自動評価システムは、任意の入力イベントと前記任意の入力イベントに対する参照出力結果により、ターゲットシステム上で動作するアプリケーションプログラムを自動評価する自動評価システムにおいて、前記アプリケーションプログラムによる動作をシミュレーションするシミュレーション装置とアクセス可能であり、前記シミュレーション装置による前記任意の入力イベントに対するシミュレーション結果と前記参照出力結果とを比較することによって、自動評価することを特徴する。

この自動評価システムによれば、シミュレーション装置とのアクセスを可能とすることにより、シミュレーション装置の入力イベントに対するシミュレーション結果を利用して自動評価することができる。このとき、シミュレーション装置は、入力イベントに基づいて、アプリケーションプログラムによる動作を通常のシミュレーションを行う。そのため、アプリケーションプログラムに自動評価用の機能を組み込む必要がない。

さらに、前記自動評価システムにおいて、前記シミュレーション装置および前記自動評価システムがアクセス可能な記憶手段を備え、前記シミュレーション装置が前記記憶手段に記憶した前記シミュレーション結果を、前記参照出力結果と比較することを特徴とする。

この自動評価システムによれば、自動評価システムとシミュレーション装置がアクセス可能な記憶手段を備えることによって、自動評価システムとシミュレーション装置間でのアクセスが可能となる。そのため、自動評価システムとシミュレーション装置による自動評価では、自動評価を行うために自動評価用の機能を組み込む必要がない。

さらには、前記シミュレーション装置及び前記自動評価システムは同一のコンピュータを用いて実現されてなることを特徴とする。

この自動評価システムによれば、自動評価システムとシミュレータ間では、コンピュータの備える記憶手段を介してシミュレーション結果に対するやりとりが可能となる。

また、本発明のプログラムは、任意の入力イベントと前記任意の入力イベントに対する参照出力結果により、ターゲットシステム上で動作するアプリケーションプログラムの自動評価をコンピュータに実行させるプログラムであって、

前記アプリケーションプログラムによる動作をシミュレーションするシミュレーション装置とアクセス可能であり、

前記シミュレーション装置による前記任意の入力イベントに対するシミュレーション結果と前記参照出力結果とを比較することによって、前記アプリケーションプログラムの自動評価をコンピュータに実行させるためのプログラムである。

このプログラムによれば、シミュレーション装置とのアクセスを可能とすることにより、シミュレーション装置の入力イベントに対するシミュレーション結果を利用して自動評価することができる。このとき、シミュレーション装置は、入力イベントに基づいて、アプリケーションプログラムによる動作を通常のシミュレーションを行う。そのため、アプリケーションプログラムに自動評価用の機能を組み込む必要がなく、アプリケーションプログラムの品質を保持しつつ自動評価システムをコンピュータにより実現できる。

また、本発明のプログラムは、前記シミュレーション装置とのアクセスは、前記コンピュータのオペレーティングシステムが実装するアプリケーションプログラミングインターフェイスを介して行うことを特徴とする。

このプログラムによれば、自動評価システムとシミュレーション装置との間のアクセスは、このプログラムを実行するコンピュータのオペレーティングシステムが実装する機能を使用するので、入力イベントを送信するために特別に機能を追加しなくてもよい。

#### 図面の簡単な説明

図 1 は、本実施の形態に係る自動評価システムおよびシミュレーション装置が動作するパーソナルコンピュータの構成図である。

図 2 は、本実施の形態に係る自動評価システムとシミュレーション間のアクセスの説明図である。

図 3 は、入力イベントと参照出力結果の一例であり、(a) は入力イベントであるキー入力、(b) は (a) 図のキー入力前の LCD の参照出力画面、(c) は参照結果である (a) 図のキー入力に対する LCD の参照出力画面である。

図 4 は、従来のマイコンのアプリケーションプログラムの自動評価を行うための構成図である。

#### 発明を実施するための最良の形態

以下に、図面を参照して、本発明に係る自動評価システムの実施の形態を説明する。図 1 は自動評価システムおよびシミュレーション装置が動作するパーソ

ルコンピュータの構成図、図2は自動評価システムとシミュレーション間のアクセスの説明図、図3は入力イベントと参照出力結果の一例であり、(a)はキー入力、(b)は(a)図のキー入力前のLCDの参照出力画面、(c)は(a)図のキー入力に対するLCDの参照出力画面である。

本発明に係る自動評価システムは、ターゲットシステム上で動作するアプリケーションプログラムを、シミュレーション装置によるシミュレーション結果を利用して自動評価することができる。このとき、シミュレーション装置は、入力イベントに対してシミュレーションを行い、そのシミュレーション結果を出力する通常の処理を行う。そのため、アプリケーションプログラムには、自動評価用の機能を組み込む必要がない。

なお、ターゲットシステムは、アプリケーションプログラムに基づいて動作し、例えば、マイコン等である。また、入力イベントは、ターゲットシステムの組み込み先の装置の仕様に対応して設定し、組み込み先の装置の入力手段によって対象となる入力イベントが異なる。対象となる入力イベントとしては、例えば、キー入力、音声入力等である。参照出力結果は、入力イベントに対するターゲットシステムの正常な出力であり、ターゲットシステムの組み込み先の装置の仕様に対応して設定し、組み込み先の装置の出力手段によって対象となる参照出力結果が異なる。対象となる参照出力結果は、例えば、画面出力、音声出力等である。

本実施の形態では、自動評価システムを、自動評価プログラムを記憶した記憶媒体を介してパソコン内に自動評価プログラムをロードし、この自動評価プログラムによる動作をパソコンで実行させて自動評価を行う自動評価システムとして構成した。さらに、この自動評価システムは、入力イベントおよび参照出力結果を取り入れるために、パソコンに接続したディスク装置を利用する。また、本実施の形態では、シミュレーション装置を、シミュレーションプログラムを記憶した記憶媒体を介してパソコン内にシミュレーションプログラムをロードし、このシミュレーションプログラムによる動作をパソコンで実行させてシミュレーションを行うシミュレータとして構成した。なお、自動評価システムとシミュレータは、同一のパソコン内に構成する。また、本実施の形態では、ターゲットシステムをマイコンとする。さらに、本実施の形態では、マイコンは、組み込む先とし

てゲーム、時計、データバンク等、外部からのキー（ボタン）入力が可能であり、LCDに画面出力する装置に組み込まれるものとする。

まず、図1を参照して、自動評価システム1およびシミュレータ2の全体構成について説明する。

自動評価システム1は、パソコンPCのディスク装置DUによって自動評価プログラムを記憶した記憶媒体から自動評価プログラムが読み込まれ、さらに図示しないRAM [Random Access Memory] に自動評価プログラムがロードされ、そして中央処理装置CPで実行されて自動評価を行う。なお、ディスク装置DUは、フロッピディスクや光ディスク等の記憶媒体に対応して読み書きできる装置とする。また、自動評価システム1は、ディスク装置DUから入力イベントファイルIFに格納された入力イベントを読み込み、この入力イベントをシミュレータ2に送信する。さらに、自動評価システム1は、ディスク装置DUからリファレンス出力ファイルOFに格納された参照出力結果を読み込み、シミュレータ2の入力イベントに対するシミュレーション結果と比較して自動評価する。なお、自動評価システム1は、評価結果をディスク装置DUに結果ログファイルとして格納したり、ディスプレイDPに画面出力する。

シミュレータ2は、パソコンPCのディスク装置DUによってシミュレーションプログラムを記憶した記憶媒体からシミュレーションプログラムが読み込まれ、さらに図示しないRAMにシミュレーションプログラムがロードされ、そして中央処理装置CPで実行されてシミュレーションを行う。また、シミュレータ2は、ディスク装置DUからマイコンのアプリケーションプログラムAPを読み込み、このアプリケーションプログラムAPによる動作をシミュレーションする。なお、シミュレータ2は、自動評価システム1から入力イベントが送信されると、この入力イベントに基づいてアプリケーションプログラムAPによる動作をシミュレーションする。そして、シミュレータ2は、このシミュレーション結果を、パソコンPCのRAM10に記憶させる（図2参照）。

また、シミュレータ2は、組み込み装置のキー入力に対応してキーボードKBによって外部からの操作が可能であり、組み込み装置のLCDの画面出力に対応してディスプレイDPにLCD画面を出力する。



次に、リファレンス出力ファイルOFを自動評価システム1で作成する場合について説明する。リファレンス出力ファイルOFは、1つの入力イベントに対し

て1つの参照出力結果を対応させたリファレンスデータが格納されるので、入力イベントファイル I F の作成に対応して作成する。ユーザが入力イベントとしてキーを入力する毎に、自動評価システム 1 がこのキー入力を入力イベントとしてシミュレータ 2 に送信する。そして、シミュレータ 2 が、このキー入力に対してシミュレーションを行い、シミュレーション結果をディスプレイ D P に表示する。表示後、ユーザが、ディスプレイ D P の表示内容を確認し、正しければ参照出力結果として確定する。ちなみに、組み込み装置の出力手段が L C D なので、この参照出力結果（リファレンスデータ）は、L C D の表示用の画像データと L C D に表示する際の位置データである。なお、アプリケーションプログラム A P が開発途中の場合には、アプリケーションプログラム A P のバージョンアップに対応してリファレンス出力ファイル O F を作成する。このとき、リファレンス出力ファイル O F は、アプリケーションプログラム A P のバグ修正箇所や仕様変更箇所等を自動評価の項目に追加し、アプリケーションプログラム A P の変更箇所を含めた自動評価を行うことができるものとする。あるいは、ユーザが、1つの入力イベントのキーを入力した後、自動評価システム 1 のリファレンスデータ作成用エディタによって、L C D の表示用の画像データを参照出力結果として作成してもよい。最後に、自動評価システム 1 が、全ての参照出力結果に対するリファレンスデータをリファレンス出力ファイル O F に格納する。なお、リファレンス出力ファイル O F は、任意のファイル名が付されて記憶媒体に記憶され、ディスク装置 D U から読み出し可能な状態にセットされる。そして、リファレンス出力ファイル O F は、入力イベントファイル I F 内にそのファイル名が記述され、入力イベントファイル I F に応じて読み出される。したがって、リファレンス出力ファイル O F は、入力イベントファイル I F に対応して変更する。例えば、図 3 の（b）図に示すように、入力イベント 2 0 が入力される前には、L C D の参照出力画面 2 1 において、左上端に「\_」が表示されているとする。そして、入力イベント 2 0 として（a）図のキー入力が行なわれると、（c）図に示すように、L C D の参照出力画面 2 2 において、左上端から右方に「A B C \_」が参照出力結果 2 3 として表示される。この場合、参照出力結果 2 3 は、リファレンスデー

タとして、「ABC\_」のLCDの表示用の画像データとLCD画面上での表示位置データがリファレンス出力ファイルOFに格納される。

それでは、図2を参照して、自動評価システム1とシミュレータ2の自動評価を行う時の動作について説明する。

自動評価システム1は、ユーザによって起動されると、ディスク装置DUから入力イベントファイルIFに格納された入力イベントデータIDをパソコンPC内にロードする。なお、入力イベントファイルIFは、ユーザによってファイル名で指定される。入力イベントファイルIFがロードされると、自動評価システム1は、入力イベントファイルIFに記述されているファイル名のリファレンス出力ファイルOFに格納されているリファレンスデータRDをパソコンPC内にロードする。

そして、自動評価システム1は、入力イベントデータIDから1つの入力イベントをシミュレータ2に送信する。入力イベントの送信には、パソコンのOS

[Operating System]のAPI[Application Programming Interface]コマンドを利用する。例えば、OSがWindowsの場合、APIコマンドのFindWindowを使って、シミュレータ2のウィンドウハンドルを取得する。そして、APIコマンドのPostMessageを使って、入力イベントデータID中の1つの入力イベントをウィンドウハンドルに送信する。つまり、自動評価システム1とシミュレータ2間では、APIコマンドによって入力イベントの送信が可能となる。ちなみに、自動評価システム1およびシミュレータ2は、APIコマンド等のOSに備わる機能を使用するので、入力イベントを送信するために特別に機能を追加しなくてもよい。

入力イベントが送信される毎に、シミュレータ2は、この入力イベントに基づいてアプリケーションプログラムAPによる動作をシミュレーションする。そして、シミュレータ2は、ディスプレイDPに表示するために、シミュレーション結果としてLCDの表示用の画像データおよび位置データをRAM10に一時記憶する。ちなみに、シミュレータ2は、このRAM10に記憶されているLCDの表示用の画像データをディスプレイDPに表示も行う。ちなみに、ここで行な

われるシミュレータ2の処理は、通常のアプリケーションプログラムAPによる動作をシミュレーションする処理と同様であり、自動評価を行うために特別の処理を行わない。したがって、アプリケーションプログラムAPは、実際にマイコンに搭載されるアプリケーションプログラムと同一のものを使用できる。なお、RAM10は、パソコンPCの内蔵RAMであり、自動評価システム1とシミュレータ2で共有可能なRAMである。したがって、RAM10は、自動評価システム1およびシミュレータ2からアクセス可能である。つまり、自動評価システム1とシミュレータ2間では、RAM10を介してシミュレーション結果に対するやりとりが可能となる。ちなみに、自動評価システム1およびシミュレータ2は、パソコンPCのRAM10を利用するので、シミュレーション結果を参照するために特別の機能を追加しなくてもよい。なお、RAM10は、パソコンのVRAMであってもよい。

なお、本実施の形態では、RAM10が、記憶手段に相当する。

シミュレーション後、自動評価システム1は、RAM10に記憶されているシミュレーション結果を参照する。そして、自動評価システム1は、このシミュレーション結果とロードされているリファレンスデータRD中のシミュレータ2に送信した入力イベントに対応する参照出力結果であるリファレンスデータ（LCDの表示用の画像データおよび位置データ）を比較する。自動評価システム1は、両結果が一致するか否かで判定し、入力イベントに対するアプリケーションプログラムAPの動作を評価する。さらに、自動評価システム1は、この判定結果を、結果ログファイルに格納する。結果ログファイルには、判定結果を全て格納してもよいし、シミュレーション結果と参照出力結果が異なる場合だけ判定結果を格納してもよい。なお、自動評価システム1は、シミュレーション結果と参照出力結果を並べてディスプレイDPに表示し、ユーザに確認可能な状態としてもよい。また、自動評価システム1は、判定結果をディスプレイDPに表示してもよい。

そして、1つの入力イベントに対する評価が終了する毎に、自動評価システム1は、入力イベントデータIDに格納されている次の入力イベントに対して、前記した処理を繰り返し、自動評価を行う。そして、入力イベントデータIDの全

での入力イベントに対する評価が終了すると、自動評価システム 1 は、ユーザの指示に従って結果ログファイルをハードディスク等の記憶媒体に記憶し、自動評価を終了する。

この自動評価システム 1 によれば、自動評価システム 1 とシミュレータ 2 間のアクセスが A P I コマンドや R A M 1 0 等によって可能となる。そのため、自動評価システム 1 からシミュレータ 2 へ入力イベントを送信およびシミュレータ 2 のシミュレーション結果を自動評価システム 1 で参照するために、自動評価システム 1 およびシミュレータ 2 に特別の機能を追加しなくてもよい。さらに、アプリケーションプログラム A P も、自動評価用の機能を組み込む必要はなく、実際にマイコンに搭載するアプリケーションプログラムと同一のものでよい。

以上、本発明は、前記の実施の形態に限定されることなく、様々な形態で実施される。

例えば、自動評価システムとシミュレーション装置間でアクセス可能とするために A P I コマンドや R A M を利用したが、これらの手段に限定されず、他の手段を利用してもよい。

また、自動評価システムおよびシミュレータを同一のパソコンに構成したが、ワークステーション等の他の電子計算機に構成してもよい。

以上説明した本発明に係る自動評価システムは、シミュレーション装置とのアクセスを可能とすることにより、シミュレーション装置の入力イベントに対するシミュレーション結果を利用して自動評価することができる。この際、シミュレーション装置は入力イベントに対して通常のシミュレーションするだけなので、アプリケーションプログラムに自動評価用の機能を組み込む必要がない。そのため、アプリケーションプログラムの品質は、ターゲットシステムに搭載するアプリケーションプログラムと等価である。

また、本発明に係る自動評価システムは、自動評価システムとシミュレーション装置がアクセス可能な記憶手段を備えることによって、自動評価システムとシミュレーション装置間でのアクセスが可能となる。そのため、自動評価システムとシミュレーション装置による自動評価では、自動評価を行うために自動評価用の機能を組み込む必要がない。その結果、自動評価における安定性が確保される。

## 特許請求の範囲

(1) 任意の入力イベントと前記任意の入力イベントに対する参照出力結果により、ターゲットシステム上で動作するアプリケーションプログラムを自動評価する自動評価システムにおいて、

前記アプリケーションプログラムによる動作をシミュレーションするシミュレーション装置とアクセス可能であり、

前記シミュレーション装置による前記任意の入力イベントに対するシミュレーション結果と前記参照出力結果とを比較することによって、自動評価することを特徴する自動評価システム。

(2) 前記シミュレーション装置および前記自動評価システムがアクセス可能な記憶手段を備え、

前記シミュレーション装置が前記記憶手段に記憶した前記シミュレーション結果を、前記参照出力結果と比較することを特徴とする請求項1に記載の自動評価システム。

(3) 前記シミュレーション装置及び前記自動評価システムは同一のコンピュータを用いて実現されてなることを特徴とする請求項1に記載の自動評価システム。

(4) 任意の入力イベントと前記任意の入力イベントに対する参照出力結果により、ターゲットシステム上で動作するアプリケーションプログラムの自動評価をコンピュータに実行させるプログラムであって、

前記アプリケーションプログラムによる動作をシミュレーションするシミュレーション装置とアクセス可能であり、

前記シミュレーション装置による前記任意の入力イベントに対するシミュレーション結果と前記参照出力結果とを比較することによって、前記アプリケーションプログラムの自動評価をコンピュータに実行させるためのプログラム。

(5) 前記シミュレーション装置とのアクセスは、前記コンピュータのオペレーティングシステムが実装するアプリケーションプログラミングインターフェイスを介して行うことを特徴とする請求項4に記載のプログラム。

### 要約書

アプリケーションプログラムの品質を保持するとともに、自動評価における安定性を確保する自動評価システムを提供することを課題とする。

任意の入力イベントと任意の入力イベントに対する参照出力結果により、ターゲットシステム上で動作するアプリケーションプログラムを自動評価する自動評価システム1において、アプリケーションプログラムによる動作をシミュレーションするシミュレーション装置2とアクセス可能であり、シミュレーション装置2による任意の入力イベントに対するシミュレーション結果と参照出力結果とを比較することによって、自動評価することを特徴する。